



Espacenet

Bibliographic data: DE4135326 (C1) — 1993-06-09

Coating components by thermal spraying - using preheating kiln to heat workpiece before plasma spraying in vacuum chamber

Inventor(s): GUNZELMANN, KARL-HEINZ, DIPL.-ING., 8500 NUERNBERG, DE, ; SCHLENK, WOLFGANG, DR.RER.NAT., 8520 ERLANGEN, DE, ; KRAUSE, RALF-DIETER, DIPL.-ING., 8500 NUERNBERG, DE

Applicant(s): SIEMENS AG, 8000 MUENCHEN, DE

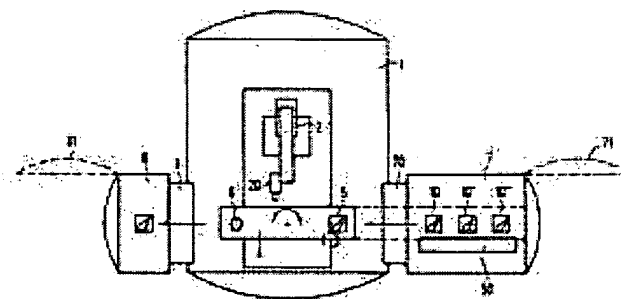
Classification: - **international:** **C23C4/12;** (IPC1-7): B05B7/16;
C23C4/12
- **European:** C23C4/12N

Application number: DE19914135326 19911025

Priority number(s): DE19914135326 19911025

Abstract of DE4135326 (C1)

To coat components by thermal spraying, esp. vacuum plasma spray at preheated components to a given temp., the workpieces are preheated by heat radiation and/or convection in a kiln with induction or electrical resistance heating. The component workpiece is pref. initially heated and the component and/or kiln are moved so that the workpiece is in a defined position for the next stage. The workpiece is placed in the preheating kiln in the cladding position, and, after heating, the kiln is retracted to clear the workpiece for deposition. The workpiece is in the same position for preheating and deposition. **USE/ADVANTAGE** - The process is for coating components, e.g. turbine blades, where a layer is deposited on the substrate material. The method gives an effective bond between the substrate material and the deposited layer, without imposing stresses on the workpiece which could lead to cracks or other faults.



Last updated: 5.12.2011 Worldwide Database 5.7.31; 93p



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 41 35 326 C 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
C 23 C 4/12
B 05 B 7/16
// H05B 3/00, 6/02

②1 Aktenzeichen: P 41 35 326.9-45
②2 Anmeldetag: 25. 10. 91
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 6. 93

DE 41 35 326 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Siemens AG, 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:
Gunzelmann, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., 8500 Nürnberg,
DE; Schlenk, Wolfgang, Dr.rer.nat., 8520 Erlangen,
DE; Krause, Ralf-Dieter, Dipl.-Ing., 8500 Nürnberg,
DE

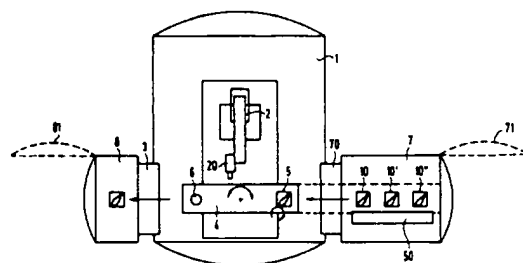
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 40 15 010 C1
DE 27 11 060 C2
DE 24 16 379 A1
US 32 44 144

JP 61-288060 A., In: Patents Abstracts of Japan,
C-243, May 22, 1987, Vol.11, No.159;

⑤4 Verfahren zum Beschichten von Bauteilen durch thermisches Spritzen, insbesondere durch
Vakuum-Plasmaspritzen, und zugehörige Anlage

⑤7 In bestimmten Fällen sollen beim Vakuum-Plasmaspritzen die Bauteile auf eine definierte Temperatur vorgewärmt werden, was beim Stand der Technik durch den Plasmabrenner selbst ohne Zuführung von Spritzgut erfolgt. Es hat sich gezeigt, daß es bei einem solchen Verfahren zu Werkstoffschäden an den Bauteilen kommen kann. Gemäß der Erfindung erfolgt das Vorwärmen der Bauteile durch Wärmestrahlung und/oder Konvektion mittels eines induktiv- oder widerstandsbeheizten Ofens. Bei der zugehörigen Anlage mit einer Kammer zum Aufspritzen von Schichten unter Vakuum oder vorgegebenem Gasdruck ist an der Kammer (1) ein induktions- oder widerstandsbeheizter Ofen (7) vorhanden.



DE 41 35 326 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Beschichten von Bauteilen durch thermisches Spritzen, insbesondere durch Vakuum-Plasmaspritzen, bei dem die Bauteile vor dem Spritzvorgang auf eine definierte Temperatur vorgewärmt werden. Unter Vakuum-Plasmaspritzen sind dabei auch die sogenannten Niederdruckspritzverfahren abgedeckt. Daneben bezieht sich die Erfindung auf eine Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens, insbesondere zum Beschichten von Turbinenschaufeln, mit einer Kammer zum Aufspritzen von Schichten unter Vakuum oder vorgegebenem Gasdruck.

Vor dem Beschichten von Substraten, insbesondere durch Vakuum-Plasmaspritzen, kann in Sonderfällen durch Vorwärmen des Substrates eine Verbesserung der Haftfestigkeit auf dem Substrat erreicht werden. Dadurch werden insbesondere thermische Spannungen, wie sie bei heißem Spritzgut und kalter Substratoberfläche entstehen, verringert.

Beim thermischen Spritzen sind bereits verschiedene Verfahren der Substraterwärmung vor dem eigentlichen Beschichtungsvorgang bekannt: Insbesondere wird in der Praxis eine Erwärmung des zu beschichtenden Bauteiles durch den Plasmabrenner selbst durchgeführt, wobei bei diesem Vorgang noch kein Spritzgut injiziert wird. Das Bauteil wird dabei gewöhnlich als Anode geschaltet, damit die Elektronen des Plasmas durch Energieabgabe die Aufheizung bewirken. Zur Verkürzung der Heizperiode ist dabei auch der gleichzeitige Einsatz von zwei Brennern möglich. Alternativ dazu wird die Aufheizung des Bauteiles bei negativ gepoltem Substrat vorgenommen, so daß Reinigung und Heizung durch Ionenbeschuß parallel ablaufen.

Weiterhin sind Einrichtungen zur induktiven Erwärmung des zu beschichtenden Bauteiles bekannt, wobei eine Wärmeeinkopplung entweder indirekt über einen Graphitsuszeptor oder direkt mittels geeignet geformter Induktoren erfolgen kann.

Bei allen obigen Verfahren erfolgt die Erwärmung und das nachfolgende thermische Spritzen im gleichen Vakuumkessel. Wegen der Gefahr einer Oxidation der Bauteiloberflächen muß aber beim Erwärmen unter Vakuum oder Schutzgasatmosphäre gearbeitet werden, während der eigentliche Beschichtungsvorgang beim Arbeitsdruck des Plasma- und Trägergases abläuft. Für eine solche Arbeitsweise müssen geeignete, entsprechend aufwendige Maßnahmen vorgesehen sein, wobei das gewünschte Ergebnis, d. h. eine gleichmäßige Erwärmung des Bauteiles ohne Spannungen, nicht immer erreicht wird.

Aus der Praxis sind auch Arbeitsverfahren mit getrennten Kammern bekannt. Dabei wird eine Vakuumkammer zum Vorheizen verwendet, die über eine Schleuse an die Beschichtungskammer angeschlossen ist. Die Aufheizung der Bauteile erfolgt in diesem Fall durch Infrarot(IR)-Strahler, deren Strahlungsenergie durch geeignete Spiegel möglichst vollständig auf die Bauteiloberfläche gelenkt wird. Dieses Verfahren ist vergleichsweise aufwendig, da zur Vermeidung von Überhitzungen die Strahlen- und Spiegelanordnung sorgfältig auf die jeweils vorhandene Geometrie des Bauteiles abgestimmt werden muß.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, ein Verfahren und eine diesbezügliche Anlage vorzuschlagen, mit denen in einfacher Weise bei Erreichen eines höchsten Qualitätsstandards gearbeitet werden kann.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das Vorwärmen des Bauteiles mit Wärmestrahlung und/oder Konvektion mittels eines induktiv- oder widerstandsbeheizten Ofens durchgeführt wird. Dabei befindet sich das zu beschichtende Bauteil in einem ersten Verfahrensschritt zwecks Erwärmung im induktiv- oder widerstandsbeheizten Ofen, wobei Bauteil und/oder Ofen derart manipuliert werden, daß in einem zweiten Verfahrensschritt das Bauteil zum Beschichten zur Verfügung steht.

Bei der zugehörigen Anlage zur Durchführung letzteren Verfahrens ist an der Kammer für das Aufspritzen der Schicht oder auch innerhalb der Kammer ein induktiv- oder widerstandsbeheizter Ofen vorhanden. Ein solcher Ofen kann vorzugsweise ein Kammerofen sein, von dem wenigstens drei Innenflächen beheizt sind. Alternativ dazu ist auch ein Rohrofen möglich.

In praktischer Realisierung der Erfindung zur Anwendung bei Turbinenschaufeln erfolgt die Erwärmung der Schaufeln im widerstandsbeheizten Ofen, der entweder in der Beschichtungskammer oder aber vorzugsweise in einer über eine Schleuse angeflanschten Vorwärmkammer betrieben werden kann. In letzterem Fall wird das Bauteil zum Aufheizen in den Ofen eingeführt und anschließend automatisiert an die Beschichtungsstation weitergegeben. Über Türen oder Klappen zwischen Kammer und Ofen, die pneumatisch oder motorgetrieben verschließbar sind, kann dabei die Abstrahlung minimiert und die Belegung der Ofenwände durch Beschichtungsmaterial vermieden werden. Insbesondere mit einem rechteckigen Kammerofen, bei dem wenigstens drei der Innenflächen mit Heizelementen versehen sind, läßt sich eine schnelle und gleichmäßige Erwärmung der Bauteile erreichen.

Neben der Energieübertragung durch Strahlung im Vakuumbetrieb läßt sich alternativ oder additiv durch eine Erwärmung in Schutzgasatmosphäre zusätzlich die Konvektion ausnutzen. Zur Vermeidung von Spannungsüberschlägen an den Heizanschlüssen bei Arbeitsdrücken im Bereich von 20 bis 200 mbar verwendet man dabei vorteilhafterweise Heizelemente mit Betriebsspannungen von unter 100 V.

Bei der Erfindung ist besonders vorteilhaft, daß sich der erwärmte Ofeninnenraum samt eingebrachtem Bauteil dem Ideal des schwarzen Strahlers nähert. Somit wird eine Überhitzung von insbesondere dünnwandigen Partien des Bauteils, wie sie bei Turbinenschaufeln vorhanden sind, wirksam verhindert. Weiterhin ist vorteilhaft, daß bei einem Kammerofen jede Bauteilgeometrie ohne aufwendige Anpassung des Heizraumes gleichmäßig erwärmt wird und sich insbesondere Masseanhäufungen im Bauteil nicht nachteilig bemerkbar machen.

Speziell bei einem Kammerofen bestimmen die Innenverkleidungen der Kammer die Wärmekapazität und die rückwandige Isolation der Ofenwicklung die Abstrahlverluste. Durch geeignete Auswahl der Materialien ergibt sich nunmehr ein wirtschaftliches Erwärmungskonzept, das in der Praxis insbesondere zur Vorwärmung von Turbinenschaufeln realisiert wurde.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich durch die nachfolgende Figurenbeschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Patentansprüchen. Die einzige Figur zeigt in schematischer Darstellung den Querschnitt durch eine Beschichtungskammer mit daran angeflanschem Kammerofen.

In der Figur ist ein Vakuumkessel zum Plasmaspritzen mit 1 bezeichnet. Im Vakuumkessel 1, der in bekannt-

ter Weise mit Anschlüssen zum Zuführen bzw. Absaugen von Gasen und anderen Betriebsmitteln versehen ist, befindet sich ein Industrieroboter 2 mit Plasmabrenner 20, mit dem beliebig geformte Bauteile beschichtet werden können. Da üblicherweise bei derartigen Verfahren im quasi-kontinuierlichen Betrieb mit Durchlauf der Werkstücke gearbeitet wird, sind an der Kammer 1 Schleusen zum Einbringen und Ausbringen von Werkstücken 10, 10', 10''... angeordnet. Dabei kennzeichnet speziell 3 eine Ausgangsschleuse zwischen Kammer 1 und einer Entnahmestation 8 mit Entnahmetür 81. Es ist ein Werkstückmanipulator 4 vorhanden, mit dem ein Werkstück 10 für eine spezifische Beschichtung in eine geeignete Lage gebracht werden kann. Dabei bezeichnet das Bezugszeichen 5 die jeweilige Spritzposition mit dem zugehörigen Werkstückhalter 50, während Bezugszeichen 6 auf die Entnahmeposition deutet.

Eine solche vorhandene Anlage zum Vakuumplasmaspritzen ist dergestalt komplettiert, daß an der Schleuse zum Einbringen der Werkstücke ein Vorwärmofen 7 angeflanscht ist. Der Vorwärmofen 7 ist speziell als Kammerofen in rechteckiger Ausführung mit einem VerschuBelement 70 zur Spritzkammer 1 ausgebildet und hat eine Außentür 71.

Bei einem Kammerofen 7 sind üblicherweise die vier, die Durchlaufstrecke umgebenden Innenflächen mit Heizelementen versehen. Es kann aber genügen, statt der unteren beheizten Grundfläche Teile aus einem Material mit hoher Wärmekapazität vorzusehen, wie sie beispielsweise durch eine massive Metallplatte 50, beispielsweise aus Edelstahl, realisiert sind.

Das VerschuBelement 70 des Ofens 7 ist im allgemeinen nicht beheizt. Es kann als Schleuse ausgebildet sein und den gleichen Aufbau wie die Schleuse 3 haben. In diesem Fall kann bei geschlossener Spritzkammer 1 über die Ofentür 71 eine Beschickung des Ofens 70 und über die Tür 81 eine Entnahme fertiger Bauteile erfolgen. Wenn die Atmosphäre in der Kammer 1 und im Ofen 7 identisch ist, genügt als VerschuBelement 70 ebenfalls eine übliche Tür bzw. Klappe. In diesem Fall sollte aber eine Vorkammer für den Ofen vorhanden sein.

Ersprobungen haben gezeigt, daß mit der beschriebenen Anlage die Vorbereitung der Bauteile vor der Beschichtung bezüglich Erwärmungszeit und Temperaturkonstanz besonders günstig ist. Werkstoffschäden bei Turbinenschaufeln als Bauteile, insbesondere Ribbildung aufgrund von thermischen Spannungen werden vermieden. Das Verfahren ist automatisierungsfreundlich, wobei Bauteile im Durchlauf erwärmt und beschichtet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten von Bauteilen durch thermisches Spritzen, insbesondere durch Vakuum-Plasmaspritzen, bei dem die Bauteile vor dem Spritzvorgang auf eine definierte Temperatur vorgewärmt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Vorwärmen der Bauteile mit Wärmestrahlung und/oder Konvektion mittels eines induktiv- oder widerstandsbeheizten Ofens durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zu beschichtende Bauteil sich in einem ersten Verfahrensschritt zwecks Erwärmung im induktiv- oder widerstandsbeheizten Ofen befindet, wobei Bauteil und/oder Ofen derart manipuliert werden, daß in einem zweiten Verfahrensschritt das Bauteil in einer definierten Position zur Beschichtung zur Verfügung steht.

schrift das Bauteil in einer definierten Position zur Beschichtung zur Verfügung steht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem zweiten Verfahrensschritt das Bauteil aus dem Ofen in die Beschichtungsposition gebracht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem zweiten Verfahrensschritt der Ofen aus der Beschichtungsposition herausbewegt wird, so daß das Bauteil zur Beschichtung freigegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil bei beiden Verfahrensschritten in der gleichen Position gehalten wird.

6. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 5, insbesondere zum Beschichten von Turbinenschaufeln, mit einer Kammer zum Aufspritzen von Schichten unter Vakuum oder vorgegebenem Gasdruck, dadurch gekennzeichnet, daß an der Kammer (1) oder auch innerhalb der Kammer (1) ein induktions- oder widerstandsbeheizter Ofen (7) vorhanden ist.

7. Anlage nach Anspruch 6 mit einem widerstandsbeheizten Ofen, dadurch gekennzeichnet, daß der widerstandsbeheizte Ofen ein Niederspannungsofen ist, vorzugsweise für Spannungen unter 100 V.

8. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ofen (7) ein Kammerofen ist, von dem wenigstens drei Innenflächen beheizt sind.

9. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ofen (7) ein Rohrofen ist.

10. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmekapazität des Ofens (7) durch Teile aus Materialien großer Wärmekapazität erhöht werden.

11. Anlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhöhung der Wärmekapazität des Ofens (7) mit einer einschiebbaren massiven Metallplatte erfolgt.

12. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ofen (7) an der Kammer (1) angeflanscht ist und das Werkstück auf einem Werkstückträger aus dem Ofen (7) in eine Position zur Beschichtung bewegbar ist.

13. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ofen (7) sich innerhalb der Kammer (1) befindet und darin verfahrbar ist.

14. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Kammer (1) und Ofen (7) über ein VerschuBelement (70), verbunden sind.

15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das VerschuBelement (70) eine Schleuse ist.

16. Anlage nach Anspruch 14, wobei die Atmosphäre zwischen Kammer (1) und Ofen (7) identisch ist, dadurch gekennzeichnet, daß das VerschuBelement (70) eine Tür oder eine Klappe ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

